

⑫ 公開特許公報(A)

平4-2739

⑮ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月7日

C 22 C 13/00
F 16 C 33/12

A

8825-4K
6814-3J

AJ

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑭ 発明の名称 滑り軸受合金

⑯ 特 願 平2-101769

⑰ 出 願 平2(1990)4月19日

⑱ 発 明 者 神 谷 荘 司 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内
 ⑲ 発 明 者 横 田 雄 司 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内
 ⑳ 出 願 人 大豊工業株式会社 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地
 ㉑ 代 理 人 弁理士 村井 卓雄

明 細 書

1. 発明の名称

滑り軸受合金

2. 特許請求の範囲

1. In 0.1~25重量%を含有し、残部不可避免的不純物およびSnからなることを特徴とする滑り軸受合金。

2. In 0.1~25重量%、およびSb、Cu、Ag、Ni、ZnおよびAlの少なくとも1種を0.01~15重量%(2種以上添加するときは合計量)を含有し、残部不可避免的不純物およびSnからなることを特徴とする滑り軸受合金。

3. In 0.1~25重量%およびPb 0.1~20重量%を含有し、残部不可避免的不純物およびSnからなることを特徴とする滑り軸受合金。

4. In 0.1~25重量%、Sb、Cu、Ag、Ni、ZnおよびAlの少なくとも1種を0.01~15重量%(2種以上含有するときは合計量)、およびPb 0.1~20重量%を含有

し、残部不可避免的不純物およびSnからなることを特徴とする滑り軸受合金。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は内燃機関の軸受にオーバレイとして施される滑り軸受合金に関するものであり、さらに詳しく述べるならばSn系軸受合金に関するものである。

(従来技術)

従来、ケルメット軸受にNiまたはCuめっきを施しあるいは施さないでPb系オーバレイを施すことはケルメット軸受において普通に行われている。そのPb系オーバレイにはPb-10%Sn-8%InなどのPb-Sn-In系オーバレイ、Pb-12%Sn-2%CuなどのPb-Sn-Cu系オーバレイなどの三元系合金がある。さらに、本出願人の米国特許第4309064号にて開示されPb-5-20%Sn-0.05-10%In-Tl-0.5-5% Sb、Mn、Bi、Ni、Cu、Ca、Ba系4元系合金がある。

一方、Sn系軸受合金に関しては以下のような技術が公知である。

英国特許第702188号は、アルミニウム軸受合金に中間層としてCuめっきをし、その上にSn系オーバーレイ合金を電気めっきすることを開示する。この特許の説明によれば、オーバーレイのSnが高温で中間層のCuと反応して、金属間化合物を作り接合の寿命に悪影響を及ぼすので、これを防止するために各めっき層の厚み限定が必要とされている。Sn系オーバーレイ合金は、任意成分として30%以下のSb、15%以下のCu、10%以下のNi、20%以下のZnの1種以上を含有する。

特開平1-307512号は0~15%のCuおよび0~20%のSbを含有し、残部Snからなるオーバーレイ合金を開示し、その特徴とするところは、オーバーレイ合金層とアルミニウム軸受合金層の間にNi、Fe、Coのいずれかとオーバーレイ層との混在層を厚みが0.5μm以下に設けることにより、中間層上にめっきによりオーバーレイを施すことによる欠点（オーバーレイが摩滅した時にシャフトと軸受の焼付が起こる）を解消し、同時に、

性が不十分であることが分かった。

一般的に言ってPb-12%Sn-2%Cu、Pb-10%Sn-8%InなどのPb系オーバーレイよりもSn系オーバーレイはなじみ性は劣るが、耐食性が優れていることは知られている。しかしながらSn系オーバーレイはPb系オーバーレイに比較して耐焼付性が劣る傾向があり、従来公知の添加成分を含有したSn系合金であってもPb系オーバーレイと同等の耐焼付性は達成されておらない。

したがって、本発明は、従来の三元系Pbオーバーレイよりも耐食性、耐摩耗性および耐疲労性が優れ、かつ従来のSn系オーバーレイに対し耐食性、耐摩耗性および耐疲労性が同等で耐焼付性が優れたオーバーレイ用滑り軸受合金を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明は以下の4つの組成の滑り軸受合金を提供する。

(1) In 0.1~2.5重量% (以下、百分率は特に断らない限り、重量%である) を含有し、

中間層を設けずに直接軸受にオーバーレイを設ける欠点（オーバーレイ層が耐久性に劣る）を解消するところにある。

特開昭53-14614号は、~13%のSb、~9%のCu、~2%のNi、0.005~0.5%のCo、~15%のCd、~2%のMn、0.001~0.5%のCr、残部Snからなるベアリング用合金を開示し、その特徴とするところはCrとともにCoを少量添加することにより柔軟性を害せずに、引張強度を高めるところにある。

(発明が解決しようとする課題)

米国特許第4309064号において本出願人は、Pb-Sn-Cu系、Pb-Sn-In系などの三元系オーバーレイはなじみ性は良好であるが、耐疲労性、エンジンの潤滑油、特に劣化油に対する耐食性、耐焼付性などが十分ではないことを指摘した。そして、上記米国特許において四元系オーバーレイを提案し、軸受総合性能の向上を達成したのであるが、その後の研究によりPb系オーバーレイは四元系でも依然として耐食性、特に劣化した潤滑油に対する耐食

残部不可避的不純物およびSnからなる滑り軸受合金。

(2) In 0.1~2.5%、およびSb、Cu、Ag、Ni、ZnおよびAlの少なくとも1種を0.01~15%を含有し、残部不可避的不純物およびSnからなる滑り軸受合金。

(3) In 0.1~2.5%およびPb 0.1~20%を含有し、残部不可避的不純物およびSnからなる滑り軸受合金。

(4) In 0.1~2.5%、Sb、Cu、Ag、Ni、ZnおよびAl (以下、Sbで代表して説明することもある) の少なくとも1種を0.01~15%、およびPb 0.1~20%を含有し、残部不可避的不純物およびSnからなる滑り軸受合金。

以下、本発明の構成を詳しく説明する。

本発明の滑り軸受合金の共通の組成はInを0.1~2.5%を含有するところにある。Sn自体はPbに比べて、硬く、なじみ性に劣りまた相手軸の鉄鋼、鋳鉄との摩擦係数が高く、さらにオ

イルとの親和性も劣る。Sn中に固溶したInおよびInをSnに添加させることにより作られるSn-Inの γ 相が硬度を下げ、なじみ性、摩擦特性を改善すると共に、親油性を改善する。この結果Sn系合金の耐焼付性が改善される。Inの添加量が0.1%未満ではInの固溶量が少なく、上記Snの性質が変化しないので、添加量は最低で0.1%とする必要がある。一方Inの添加量が25%を超えるとSn-In合金の融点が低くなりすぎ、耐荷重性や耐疲労性が低下するので、In添加量の上限を25%とする必要がある。Inの添加量が15%以下であると融点が205℃以上となり融点低下に伴う性能低下を避けることができる。またIn添加量が0.1~8%であると融点が205~232℃に保たれ、0.1~5%では融点が224.5~232℃に保たれる。このようなIn添加量と融点の関係および後述するSb、Cuなど(いずれもSn合金の融点を高める)の添加量ならびにオーバレイの使用温度を総合的に考慮してIn添加量を定める。例えば軸受

する場合は当初生成していないが、その後オーバレイに熱を加えることにより生成する。また溶融めっきによりオーバレイを作製する場合は当初から析出物が生成するが、析出物が粗大であり析出強化が少ないので電気めっきの方がオーバレイ作製の方法として好ましい。

Sb等の添加量は0.01~15%である。Sbの添加量が0.01%未満であると、Sn-In γ 相あるいはSn-In固溶体の特性は変わらないので、添加量は0.01%以上にする必要がある。Sbの添加量が15%を超えると合金が硬くかつ脆くなって、なじみ性が低下するので、Sbの添加量は15%を上限とする。

軸受特性のうち耐疲労性を重視するときは、Sbを3%以下とし、耐摩耗性を重視するときは、Sbを8%以下にすることが好ましい。その理由は、Sbの場合は、Sb量が増加するとともに硬いSnSb(β' 相)の大きさと量が大になり、3%Sbを超えると、耐摩耗性は増すものの逆に耐疲労性は低下する傾向があるからである。さら

背面温度で170℃の高温で使用される軸受には0.1~5%のIn添加量が好ましい。

本発明の滑り軸受合金は好ましい添加成分として、0.01~15%のSb(Sbで代表される添加成分)および/または0.01~20%のPbを含有する。

Sn系合金はPb系合金に比べて融点が低く、Inの添加によりわずかではあるがさらに低融点側に組成が移行するため、耐疲労性が低くなる。Sn-In系合金にSbを添加すると、Sn-In γ 相あるいはSn-In固溶体に固溶した添加元素がその融点を高め、InSb(Mp=530℃)、SnSb(β 相, Mp=325℃)などの高融点化合物が生成する。したがって、合金全体の融点を高めることができ、低融点に起因する性能低下を避けることができる。また上記の金属間化合物はSn-In γ 相あるいはSn-In固溶体の結晶粒界近傍に微細に分散してマトリックスの析出強化をし、その結果耐疲労性および耐摩耗性が改善される。これらの析出物はオーバレイを電気めっきあるいは乾式めっきにより作製

に3%Sbを超えると硬さも硬くなりすぎるために耐焼付性が低下するので、3%Sbを超える合金は特に耐摩耗性が重視される用途に使用するのが望ましい。

Sb以外の添加元素であるCu、Ag、Ni、Zn、AlもSbと同様に作用する。しかし、その生成化合物および好ましい添加量の上限はSbの場合とは以下のように異なる。

Cuは、Cu₃Sn(ϵ 相, Mp=600℃以上)、CuIn(Mp=600℃)、Cu₂Sn(η' 相, Mp=415℃)などの化合物を作る。その好ましい上限添加量は3%である。

Agは、Ag₂Sn(Mp=480℃)、AgSnInなどの化合物を作る。その好ましい上限添加量は5%である。

NiはNi₃Sn₂(Mp=795℃)などの化合物を作る。その好ましい上限添加量は3%である。

Znは共晶合金で単独で析出する。その好ましい上限添加量は1%である。

Alは8相合金で単独で析出する。その好まし

い上限添加量は1%である。

Pbはなじみ性および耐焼付性を向上させる。
Pb添加量が0.1%未満ではその効果がなく、一方その添加量が20%を超えると、融点が200℃以下になり軸受として使用できる用途が極めて限られることになる。PbはSn-In固溶体を作る添加量(2.5%以下)で使用すると、上記作用が良好になり、かつ劣化油に対する耐食性も問題にならない。

本発明に係る軸受合金を使用した軸受の構造には以下のようなものがある。まず、裏金(SPCC)にケルメット(組成の例、Cu-22%Pb-3%Sn)を0.25mm厚みに焼結し、その後仕上げ加工する。その上に厚みが2μmのNiめっきを介して本発明の軸受合金(オーバーレイ)を15μmの厚さに施した軸受とする。次に、裏金にアルミニウム合金(例えば、厚み0.3mm、組成Al-4.5%Zn-1%Cu-2%Si)を圧接し、その後成形加工し、このアルミニウム合金層に厚みが2μmのCuめっき層を介して本発明の軸受合金(オーバーレイ)を15

μmの厚みに施した軸受とする。さらに、裏金にアルミニウム合金(例えば、厚み0.3mm、組成Al-12%Sn-3%Si-1%Cu-0.3%Mn-1.5%Pb)を圧接し、このアルミニウム合金層に直接本発明の軸受合金(オーバーレイ)を5μmの厚みに施した軸受とする。

続いて、本発明の軸受合金をめっきにより作成する場合のめっき条件を説明する。

① SnめっきまたはSn-Cu、Niめっきの硫酸浴

硫酸第1スズ40g/l、硫酸60g/l、クレゾールスホン酸40g/l、ゼラチン2g/lを含有するめっき浴で浴温20℃、電流密度2A/dm²でSnめっきを行う。Sn-CuまたはSn-Niのめっきをする時は硫酸銅、硫酸ニッケルをめっき浴に適量添加する。

② SnめっきまたはSn-Sbめっきのほうふっ酸浴

ほうふっ化第1スズ200g/l、ほうふっ酸100g/l、ハイドロキノ4g/l、ペプトン0.5g/l

を含有するめっき浴で浴温20℃、電流密度3A/dm²でSnめっきを行う。Sn-Sbめっきする場合はほうふっ化アンチモンをめっき浴に適量添加する。

③ Sn-Pbめっき浴

ほうふっ化第1スズ200g/l、ほうふっ化第1鉛200g/l、ほうふっ酸100g/l、ハイドロキノ4g/l、ペプトン0.5g/lを含有するめっき浴で浴温20℃、電流密度3A/dm²でSn-Pbめっきを行う。

④ Sn-Agめっき浴

スルホン酸組 15g/l、スルホン酸スズ 10g/l、ヨウ化カリウム350g/l、有機添加剤 5g/lを含有するめっき浴で浴温30℃、電流密度1.5A/dm²でSn-Agめっきを行う。

⑤①～④のめっき後にスルファミン酸インジウムめっき浴で浴温30℃、電流密度1.5A/dm²でInめっきを行う。

⑥⑤の後または前に60～180℃、好ましくは80℃、で5～30分、好ましくは15分の熱

処理を行う。

⑦①～⑥とは別の方法として、スルファミン酸スズ、スルファミン酸インジウム浴によりSn-In合金を1回の処理で作製することもできる。Sb、Pbなどは必要によりめっき浴に添加する。

⑧①～⑦とは別の方法としてイオンプレーティング、スパッタリング、蒸着などの乾式めっき方法によりSn-In-(Sb/Pb)系合金を作製することができる。

(以下余白)

(作用)

	Pb系オーバーレイ		Sn系オーバーレイ		
	10%Sn -8%In	12%Sn -2%Cu	純Sn	Sn -7%Sb	Sn-7%In -7%Sb
耐摩耗性 (mg)	52.0	43.0	28.0	20.0	25.5
耐焼付性 (kg/cm ²)	750	800	650	600	750
耐疲労性 (mm ²)	220	340	170	190	180
耐食性 通常油 (mg)	39.5	33.0	22.5	14.5	18.0
劣化油 (mg)	85.0	60.0	31.0	30.0	26.5

上記データは実施例の条件で軸受特性を各種オーバーレイ合金について評価した結果である。これらの軸受特性を比較することにより、本発明のSn-7%In-7%Sb系オーバーレイ合金は、従来の三元系Pb合金オーバーレイよりも耐食性、耐摩耗性および耐疲労性が優れ、かつ従来のSn系オーバーレイ合金よりも耐焼付性および耐疲労性が優れ、本発明オーバーレイ合金のなじみ性は従来のPb系オーバーレイと従来のSn系オーバーレイの間であることが分かる。

③耐疲労性

往復動荷重試験機にて、回転数3000rpm、面圧600kg/cm²の条件で荷重を3×10⁶回繰り返して供試材に加え、疲労が発生した面積を測定した。軸はS50C焼入軸であり、潤滑油はSAE7.5W30、SE級を120℃で給油した。

④腐食試験

1600ccのガソリンエンジン（焼入軸（S50C）、有鉛ガソリン使用）の軸受として供試軸受を組み込み、5600rpm全負荷；300時間連続運転；潤滑油：SAE10W30、SD級、オイル無交換、オイルパン温度=120℃；の条件にて300時間運転後の摩耗量を測定した。

試験結果を第1表に示す。

(以下余白)

以下、実施例により本発明をさらに詳しく説明する。

(実施例)

表1の組成のオーバーレイを厚みが3μmのNiめっき層を介してケルメット（組成-Cu-22%Pb-3%Sn、厚み0.3mm）上にめっきした。ケルメットは厚みが1.2mmの鋼板上に形成した。

軸受の性能を以下の試験方法により測定した。

①耐摩耗性

1600ccのガソリンエンジン（鑄造軸（FCD70）、無鉛ガソリン使用）の軸受として供試軸受を組み込み、5600rpm全負荷；500時間連続運転；潤滑油：SAE7.5W30、SE級、オイル100時間毎に交換、オイルパン温度=120℃；の条件にて500時間運転後の摩耗量を測定した。

②耐焼付性

ジャーナル型焼付試験機にて、回転数1500rpm、面圧50kg/cm²を30分毎に逐次加え、焼付面圧を測定した。軸はS50C焼入軸であり、潤滑油はSAE7.5W30、SE級を140℃で給油した。

第 1 表

試 料	Sn	In	Sb	Cu	Ag	Ni	Zn	Al	Pb	焼付面圧 (Kg/cm ²)	疲労面積 (mm ²)	摩耗量 (mg)	腐食摩耗量 (mg)
本 発 明 I	1 残部	0.1	-	-	-	-	-	-	-	700	170	28.0	29.5
	2 残部	2	-	-	-	-	-	-	-	700	165	29.0	33.0
	3 残部	8	-	-	-	-	-	-	-	750	185	30.0	34.5
	4 残部	10	-	-	-	-	-	-	-	800	190	-	-
	5 残部	16	-	-	-	-	-	-	-	750	200	33.0	36.0
	6 残部	25	-	-	-	-	-	-	-	750	215	35.5	37.0
本 発 明 II	7 残部	0.2	-	0.01	-	-	-	-	-	700	170	21.5	25.0
	8 残部	3	1	-	-	-	-	-	-	850	140	21.5	22.0
	9 残部	5	10	3	2	-	-	-	-	750	170	18.5	21.0
	10 残部	7	7	-	-	-	-	-	-	750	180	25.5	26.5
	11 残部	8	-	-	-	2	-	-	-	750	170	25.0	26.5
	12 残部	10	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-	750	180	24.5	28.5
	13 残部	13	-	3	-	-	-	-	-	750	185	24.5	28.0
	14 残部	15	-	-	-	-	-	1	-	800	190	30.5	34.0
	15 残部	22	-	2	-	-	2	-	-	750	180	32.0	35.5
	16 残部	25	1	1	-	-	-	-	-	750	195	33.5	35.5

第 1 表 (続き)

試 料	Sn	In	Sb	Cu	Ag	Ni	Zn	Al	Pb	焼付面圧 (Kg/cm ²)	疲労面積 (mm ²)	摩耗量 (mg)	腐食摩耗量 (mg)
本 発 明 III	17 残部	0.1	-	-	-	-	-	-	5	800	180	31.0	36.5
	18 残部	1	-	-	-	-	-	-	10	850	195	33.5	37.0
	19 残部	5	-	-	-	-	-	-	20	800	205	35.0	38.5
	20 残部	10	-	-	-	-	-	-	7	850	190	32.0	35.0
	21 残部	18	-	-	-	-	-	-	0.1	750	195	33.0	35.5
	22 残部	25	-	-	-	-	-	-	3	700	205	35.0	37.0
本 発 明 IV	23 残部	0.1	1	-	-	-	-	-	10	800	180	28.0	30.5
	24 残部	1	-	3	-	-	-	-	3	850	175	28.0	32.5
	25 残部	3	-	-	0.01	-	-	-	12	750	195	31.0	35.5
	26 残部	5	5	-	-	-	-	-	20	750	185	27.5	31.0
	27 残部	7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5	800	190	-	-
	28 残部	9	13	2	-	-	-	-	5	750	180	20.5	22.5
	29 残部	13	-	1	-	-	1	-	0.1	750	185	27.0	29.0
	30 残部	15	1	-	1	-	-	-	7	800	195	33.5	36.0
	31 残部	21	3	2	-	-	-	-	1	800	190	27.0	28.5
	32 残部	25	-	-	-	1	-	-	3	700	200	-	-
比 較 材	33 100	-	-	-	-	-	-	-	-	650	170	28.0	31.0
	34 残部	-	7	-	-	-	-	-	-	600	190	20.0	30.0
	35 10	8	-	-	-	-	-	-	残部	750	220	52.0	85.0
	36 12	-	-	2	-	-	-	-	残部	800	340	43.0	60.0

(発明の効果)

以上説明したように、本発明に係る滑り軸受合金はSn系合金にInを添加することを共通の特徴とし、Snのもっているなじみ性不足、高い摩擦係数、親油性不足を解消し、Snのもっている優れた耐食性を活用している。したがって、本発明の滑り軸受合金は耐食性が特に要求される用途に適する。

一方、Inの添加によりSn系合金の融点低下の傾向が表れるが、Sb等の添加によりこれを抑制し、耐荷重性等の性能を優れたものにすることができる。さらにPbを添加することによりなじみ性を良好にすることができる。

特許出願人 大豊工業株式会社
代理人 弁理士 村井 卓雄

(54) PLAIN BEARING ALLOY

(11) 4-2739 (A) (43) 7.1.1992 (9) JP

(21) Appl. No. 2-101769 (22) 19.4.1990

(71) TAIHO KOGYO CO LTD (72) SHOJI KAMIYA(1)

(51) Int. Cl⁵. C22C13/00, F16C33/12

PURPOSE: To manufacture a plain bearing alloy excellent in corrosion resistance, wear resistance and fatigue resistance by incorporating a specified ratio of In into Sn.

CONSTITUTION: An Sn series bearing alloy contg., by weight, 0.1 to 25% In, contg., at need, total 0.01 to 15% of one or more kinds among Sb, Cu, Ag, Ni, Zn and Al and/or 0.1 to 20% Pb and the balance Sn with inevitable impurities is prepd. In this way, the plain bearing alloy suitable as the overlay of a bearing in an internal combustion engine can be obtd.

AJ